

УДК 666.651.2

## ПОЛУЧЕНИЕ ВЫСОКОПОРИСТЫХ ЯЧЕИСТЫХ КАТАЛИЗАТОРОВ ДЛЯ ОЧИСТКИ ВЫХЛОПНЫХ ГАЗОВ

**Л. Ф. Муфтеева<sup>1</sup>, Д. Д. Коньков<sup>2</sup>, Ю. Д. Конькова<sup>3</sup>,  
К. Г. Земляной<sup>4</sup>, И. А. Павлова<sup>5</sup>**

<sup>1,4,5</sup> Уральский федеральный университет имени первого  
Президента России Б. Н. Ельцина, Екатеринбург, Россия

<sup>2,3</sup> Научно-производственное предприятие «Керамические системы»,  
Новоуральск, Россия

<sup>5</sup> i.a.pavlova@urfu.ru

**Аннотация.** Проект направлен на получение материала из отечественного сырья в целях получения керамического субстрата для каталитических автомобильных нейтрализаторов систем снижения токсичности отработанных газов двигателей внутреннего сгорания. Получены материалы с содержанием кордиерита до 70 %. В работе использовали различные виды глиноземистых материалов одинаковой дисперсности. Установлено, что максимальное содержание кордиерита получено при использовании в качестве глиноземсодержащего компонента корундовых порошков.

**Ключевые слова:** кордиерит, керамический субстрат, термостойкая керамика

## SYNTHESIS OF HIGHLY-POROUS HONEYCOMBED CATALYSTS FOR PURIFICATION OF EXHAUST GAS

**L. F. Mufteeva<sup>1</sup>, D. D. Kon'kov<sup>2</sup>, Yu. D. Kon'kova<sup>3</sup>,  
K. G. Zemlyanov<sup>4</sup>, I. A. Pavlova<sup>5</sup>**

<sup>1,4,5</sup> Ural Federal University named after the First  
President of Russia B. N. Yeltsin, Ekaterinburg, Russia

<sup>2,3</sup> Scientific Production Association "Keramicheskie sistemy", Novoural'sk, Russia

<sup>5</sup> i.a.pavlova@urfu.ru

**Abstract.** The project is aimed at synthesizing material from domestic raw materials in order to obtain a ceramic substrate for catalytic automobile converters for reducing the toxicity of exhaust gases of internal combustion engines. Materials with a cordierite content up to 70 % were obtained. Various types of alumina materials of the same dispersion were used. It was found that the maximum content of cordierite was obtained when corundum powders were used as an alumina-containing component.

**Keywords:** cordierite, ceramic substrate, heat-resistant ceramics

Необходимость охраны окружающей среды от загрязнения отработавшими газами автомобилей является одним из важнейшей условий при разработке и использовании автомобильных двигателей. Одним из компонентов автомобильных двигателей, способных обеспечить соответствие требованиям Евро-6, Tier-III, Stage-III являются керамические кордиеритовые субстраты. Проект направлен на получение материала из отечественного сырья и дальнейший синтез кордиерита в целях использования в изготовлении керамического субстрата для каталитических автомобильных нейтрализаторов систем снижения токсичности отработанных газов двигателя внутреннего сгорания (ДВС).

В работе исследованы свойства сырьевых материалов для производства кордиеритовой керамики на основе сырьевых ресурсов РФ. В качестве пластичных компонентов использовали огнеупорные глины и каолины, в качестве магнийсодержащих компонентов — тальки [1–6]. Для корректировки химического состава на стехиометрическое содержание и, соответственно, получения максимального количества кордиерита в готовых изделиях в состав масс на основе глины, каолинов, тальков вводили оксид алюминия в виде различных тонкодисперсных порошков: в виде двух видов корундов (табл. 1, индекс 95 и К), в виде гидроксида алюминия (табл. 1, индекс 10 и ТА). В табл. 1 представлено распределение частиц глиноземистых порошков по размеру. Как видно из табл. 1, порошки глинозема с индексом 10, 95, ТА имеют приблизительно одинаковое распределение по всем фракциям. Порошок ТА содержит фракцию более 90 мкм до 1 %. Глинозем с индексом К по сравнению с предыдущими содержит фракции менее 10 мкм, практически в 2 раза меньше, чем предыдущие. Все порошки по результатам химического анализа содержат  $\text{Al}_2\text{O}_3$  в количестве 99 %.

Химический состав масс представлен в табл. 2.

Таблица 1

Распределение частиц по размерам в глиноземистых порошках

Размер частиц, мкм	Индекс глиноземистого порошка			
	10	95	ТА	К
Более 100	—	—	0,7	0,1
100–90	—	—	0,6	0,3
90–80	0,1	0,1	0,7	0,6
80–70	0,1	0,2	0,8	1,0
70–60	0,2	0,6	1,8	3,5
60–50	0,7	0,5	0,9	2,5
50–40	1,0	1,3	1,0	6,1
40–30	3,8	4,9	4,8	11,3
30–20	13,0	15,1	11,9	17,4
20–10	29,9	30,2	28,4	27,6
10–5	24,1	22,1	24,3	14,9
5–0	26,9	25,1	23,1	14,9

Таблица 2

Химический состав масс, мас. %

SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O
50,14	34,03	0,16	1,19	0,20	13,47	0,00	0,79

Сырьевые компоненты тщательно перемешивали, образцы формовали методом полусухого прессования. Обжиг образцов проводили в интервале температур 1300–1360 °С. Физико-химические свойства образцов после обжига приведены в табл. 3.

Таблица 3

Физико-химические свойства образцов кордиеритовой керамики

Индекс массы	Кажущаяся плотность, г/см <sup>3</sup>	Открытая пористость, %	Усадка, %	Содержание кордиерита, %
10	1,90	22,7	4,8	63
95	1,87	23,0	–0,3	70
ТА	1,89	23,3	4,6	50
К	1,80	29,6	0,7	68

В табл. 4 приведены результаты определения термического коэффициента линейного расширения (ТКЛР) образцов в различных интервалах температур.

Таблица 4

ТКЛР образцов в различных интервалах температур ( $\alpha \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ )

Индекс массы	(20–700) °C	(20–800) °C	(20–1000) °C
10	2,01	2,16	2,42
95	1,90	2,09	2,35
ТА	2,20	2,45	2,73
К	1,95	2,10	2,40

По результатам работы установлено, что максимальное содержание кордиерита получено в образцах с использованием в качестве глиноземсодержащих компонентов корундовых порошков в массах с индексами 95 и К, 70 и 68 %, соответственно. Также установлено, что чем большее содержание кордиерита в образцах, тем меньше усадка образцов. У образцов с индексом 95 наблюдается даже увеличение образцов на 0,3 %. ТКЛР образцов зависит от содержания кордиерита: чем больше кордиерита, тем меньше ТКЛР.

#### Список источников

1. Structural variability of high purity cordierite/steatite ceramics sintered from mixtures with various vermiculites [Electronic resource] / M. Valášková [et al.] // *Ceramics International*. 2014. Vol. 40. P. 8489–8498. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ceramint.2014.01.060> (date of access: 15.11.2020).
2. Valášková M., Kočí K., Kupková J. Cordierite/steatite/CeO<sub>2</sub> porous materials — Preparation, structural characterization and their photocatalytic activity [Electronic resource] // *Microporous and Mesoporous Materials*. 2014. Vol. 12. P. 120–125. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.micromeso.2014.12.035> (date of access: 15.11.2020).
3. Banjuraizah J., Mohamad H., Ahmad Z. A. Rietveld Quantitative Phase Analysis of Non-Stoichiometric Cordierite Synthesised from mainly Talc and Kaolin: Effect of Sintering Temperature [Electronic resource] // *Advanced Materials Research*. 2011. Vol 173. P. 190–195. DOI: 10.4028/www.scientific.net/AMR.173.190 (date of access: 15.11.2020).
4. Banjuraizah J., Mohamad H., Ahmad Z. A. Effect of impurities content from minerals on phase transformation, densification and crystallization of  $\alpha$ -cordierite glass-ceramic [Electronic resource] // *Journal of Alloys and Compounds*. 2011. Vol. 509. P. 7645–7651. DOI: 10.1016/j.jallcom.2011.04.129 (date of access: 15.11.2020).

5. Meagher E. P., Gibbs G. V. The polymorphism of cordierite: II. The crystal structure of indialite // Canadian Mineralogist. 1977. Vol. 15. P. 43–49.

6. Influence of Sintering Temperature on Crystallization Behavior of Cordierite synthesized from Non-Stoichiometric Formulation [Electronic resource] / K. K. Eing [et al.] // MATEC Web of Conferences. 2016. Vol. 78. P. 01099. DOI: 10.1051/mateconf/20167801099 (date of access: 15.11.2020).